

VI-4. 中課題3-3 有明海東部の高密度着生・集積域での移植手法の開発

/熊本県玉名市岱明地先

目 次

1. 技術開発の概要	467
1.1 背景と目的	467
1.2 実施場所と実験区の配置	468
1.3 技術開発ロードマップ	469
1.4 技術開発フロー	470
1.5 過年度までに得られた成果と残された課題	471
1.5.1 H30 年度成果と課題	473
1.5.2 H31 年度成果と課題	474
1.5.3 R2 年度成果と課題	475
1.5.4 R3 年度成果と課題	476
1.6 委員指摘事項	477
1.7 令和4年度の目標・実施計画	478
1.7.1 概要	478
1.7.2 令和4年度の目標	478
1.8 技術開発工程	480
1.9 使用機器	481
2. 環境調査結果	482
2.1 地盤高測量	482
2.2 流況、波高及び水質調査	484
2.2.1 連続観測結果	484
2.2.2 採水分析結果	504
2.2.3 アサリの生息環境の比較	504
2.3 底質調査・生物調査	508
2.3.1 底質調査	508
2.3.2 生物調査	509
3. 採苗技術・保護育成技術・生産性向上のための移植技術の開発（小課題3-2-1）	515
3.1 方法	515
3.1.1 調査時期	515
3.1.2 調査場所・調査地点	515
3.1.3 調査内容	516
3.1.4 使用機器	517
3.1.5 調査方法	517
3.2 結果	518
3.3 考察および総括	528
3.3.1 漁獲方法と漁獲量	528

3.3.2	作業性	530
3.3.3	仮説の検証	530
3.3.4	まとめ	531
4.	漁業者利用を見据えた技術導入の検討（小課題3-2-2）	532
4.1	方法	532
4.1.1	調査時期	532
4.1.2	調査場所・調査地点	532
4.1.3	調査内容	533
4.1.4	使用機器	534
4.1.5	調査方法	535
4.2	結果	536
4.3	考察および総括	541
4.3.1	二重被覆網、被覆網内の減耗要因	541
4.3.2	令和4年度のアサリ生息環境の整理	543
4.3.3	仮説の検証	549
5.	参考情報	550
5.1	自然素材の活用	550
6.	中課題としての成果と課題	552
6.1	目標の達成度について	552
6.2	実用性の検討（作業性、コスト）	552
6.3	5か年の成果と課題	554
6.3.1	5か年の成果と課題	554
6.3.2	作業カレンダー	555
	参考文献	555
	電子格納データ	556

VI-4 中課題3-3 有明海東部での高密度着生・集積域での移植手法の開発

1. 技術開発の概要

1.1 背景と目的

有明海は日本国内でも有数のアサリ生産地であり、有明海に面する福岡県、佐賀県、長崎県および熊本県の4県それぞれにアサリ漁場が存在する。しかし、近年では、各県のアサリの生産量は低迷傾向にあり、その要因の例として、有明海外への浮遊幼生の流出、アサリ稚貝の泥土による埋没、波浪や食害による消失等があげられる。本事業の前フェーズにあたる「各地域の特性に応じた有明海の漁場環境改善実証事業」では、これらの要因に対する技術開発に取り組み、その結果、各地域の特性に応じてアサリ稚貝を近隣の未利用地に移植し、保護育成することで生残と成長を促し、アサリの生産量増加に寄与できることが示唆された。従って、有明海におけるアサリの生産性向上に資する方策のひとつとして、対策を施さないと消失する可能性が高い浮遊幼生およびアサリ稚貝を漁業資源として活用することが有効と考えられる。

熊本県岱明地先は、波浪・潮流の影響により底質が動きやすい砂干潟である。ここでは流失影響等がアサリの生息、生残に対して制限要因となっている。

従来、移植用稚貝の効率的な確保（採苗）技術、効率的な稚貝の保護育成技術、移植適地の考え方、移植方法・移植の作業工程については、多岐にわたる実験・開発がなされ、各技術単体の活用については整理がなされてきている。本事業においては、これまでに効果・実績が見られた技術を当該海域の条件を鑑みて選定し、それらの組み合わせにより効果を得るよう体系化を図ることを目的とした。

また、本事業により、未利用資源、未利用地を有効に活用し、生産性を高める技術を体系化することで、それにより得られた漁獲増加額が、投資したコストを上回る（漁獲増加額/コストが1以上）ことを最終目標とした。

5年間の目標を表1に示す。

表1 5年間の目標

年	目標
1年目	生息場の拡大、保護育成、稚貝確保に適した場所の把握
2年目	規模拡大を念頭に作業性を考慮した移植技術の開発
3年目	稚貝確保～移植までの作業工程の開発
4年目	稚貝確保～移植までの作業工程の検討、生産性向上効果の検証
5年目	漁獲増加額/コストを1以上とする

1.2 実施場所と実験区の配置

実施場所は、熊本県玉名市岱明地先鍋地区であり、調査は干潟陸側及び干潟沖側の計 2 地点で実施した。調査地点を図 に示す。

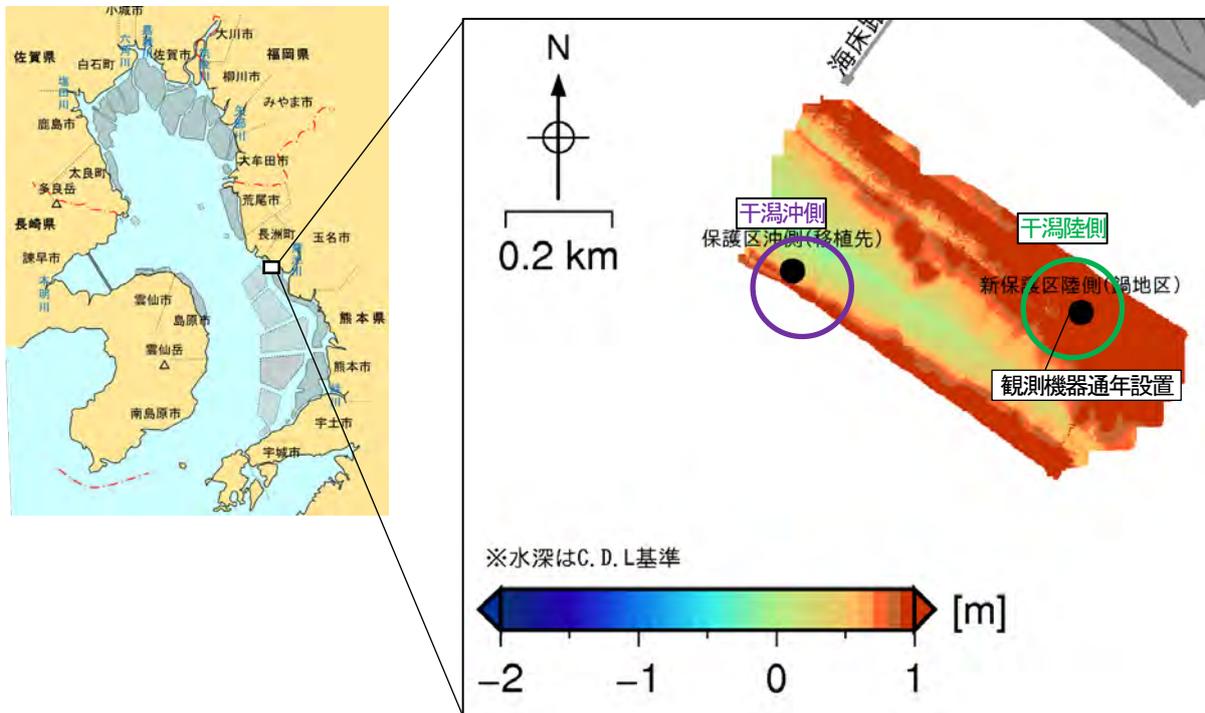


図 1 実施場所地図

1.3 技術開発ロードマップ

技術開発のロードマップについて図 1 に示す。

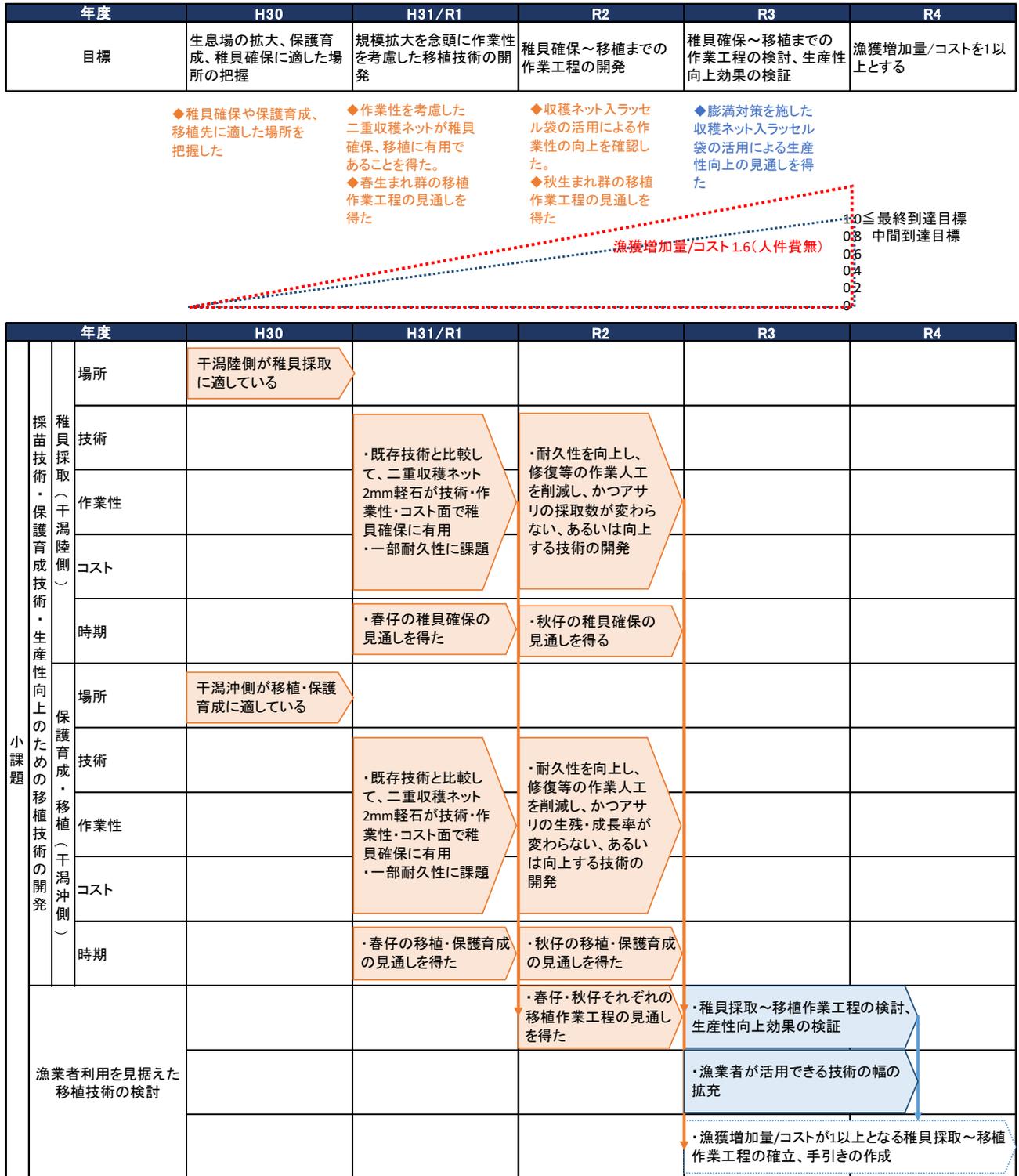


図 1 技術開発のロードマップ

1.4 技術開発フロー

技術開発フローを図 2 に示す。

年度		H30	H31/R1	R2	R3	R4
小課題	各年度の達成目標 ○:目標達成 ×:目標未達成	生息場の拡大、保護育成、稚貝確保に適した場所の把握	規模拡大を念頭に作業性を考慮した移植技術の開発	稚貝確保～移植までの作業工程の開発	稚貝確保～移植までの作業工程の検討、生産性向上効果の検証	漁獲増加量/コスト = 1.0 以上
	仮各年度の仮説の設定					
採苗技術・保護育成技術・生産性向上のための移植技術の開発	稚貝採取	波・流れ・地形により採苗効率が異なり、適地がある。 ○:干潟の陸側が適地であることを得た。	【課題】 ・要素技術 ・作業性			
		網の構造を改良(基質、二重網等を想定)することで、作業性は向上する。	【決定】 ・稚貝確保場所	○二重収穫ネット (稚貝確保数や作業性が向上)		
	移植・保護育成	波・流れ、泥温等環境条件に関与する地形由来の環境条件により移植先・保護育成適地が異なる。 ○:干潟の沖側が適地であることを得た。	【課題】 ・要素技術 ・作業性			
		網の構造を改良(基質、二重網等を想定)することで、作業性は向上する。	【決定】 ・移植・保護育成場所	○二重収穫ネット (成長速度・作業性が向上)		
		付着物対策や耐久性の改善を行うことで、干潟陸側アサリの着底が多い干潟陸側のアサリを保護でき、作業性は向上する。		×二重被覆網を用いて一定の効果が得られてものの、台風で破損し、今後の天災を加味すると本地先では適さないと判断した。 ×有意な差が認められなかった。手法として一度対象から外すがモニタリングは継続する。		
		着底基質(バーム)を用いることで、アサリの着底が少ない干潟沖側でアサリの確保、保護育成が可能となる。				
網の構造を改良。耐久性を向上し、修復等の作業人工を削減するとともに、それらを沖側に移植することで、稚貝確保数、生残・成長及び漁獲量は向上する。		【決定】 ・ネット等を用いて干潟陸側でアサリを採取し、沖側に移植	○ラッセル袋 (耐久性、作業性が向上)			
漁業者利用を見据えた技術導入の検討	移植を行うことで、成長速度が増加し、春・秋子ともに、漁獲までの期間が短くなり、漁獲量は向上する。		○春子について見通しを得た。	○秋子について見通しを得た。	【課題】 ・袋網内の底質による臍崗回避 ・漁業者の選択枝拡充	
	適地・適した手法・適期を絞り込んだ移植作業工程により、生産性は向上する。		【決定】 ・手法(作業性・コスト考慮) ・時期(春・秋子)		○臍崗対策手法の確立 ○春子、秋子の移植作業工程	【課題】 ・漁獲量増加 ・陸側活用
	漁業者が活用可能な技術の選択枝を増やすことで、生産性は向上する。				×現地盤と比較して被覆網やラッセル袋で明瞭な効果が見られない	
	本技術により漁獲増加量/コストが1以上となる。				【決定】 ・手法(生産性)	令和4年度: 移植作業工程を確立し、漁獲増加量/コストを1以上とした

図 2 技術開発フロー

1.5 過年度までに得られた成果と残された課題

過年度までに得られた成果と残された課題のフローについて図 3、図 4 に示す。
 また、年度毎に得られた成果と残された課題の変遷について、1.5.1～1.5.4 に述べる。

中課題 3 - 3

小課題 3 - 3 - 1 採苗技術・保護育成技術・生産性 向上のための移植技術の開発

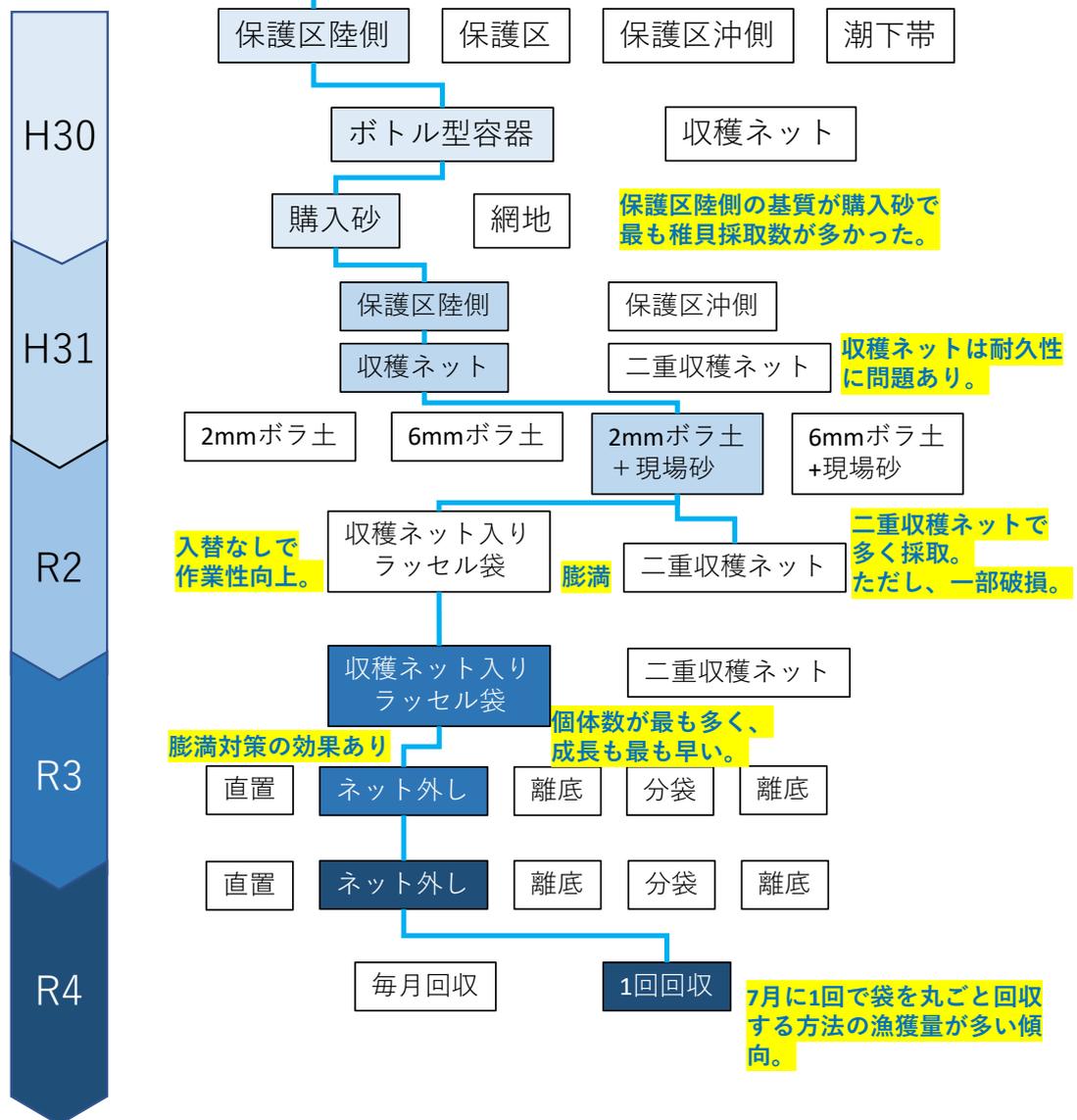


図 3 過年度までに得られた成果と残された課題のフロー（小課題3-3-1）

中課題 3 - 3

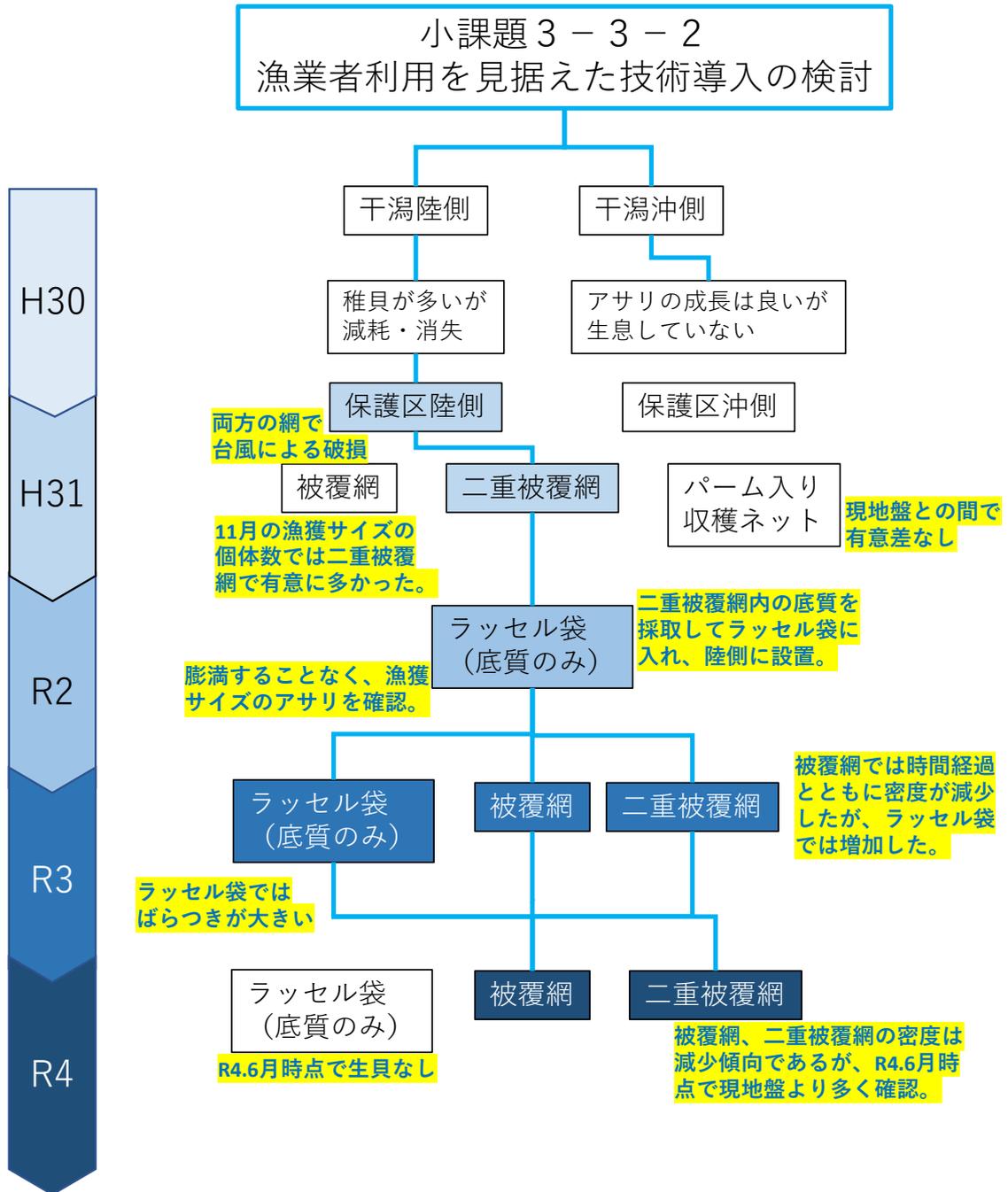


図 4 過年度までに得られた成果と残された課題のフロー (小課題3-3-2)

1.5.1 H30 年度成果と課題

(1) 得られた成果

5月設置のボトル型容器（基質：購入砂、網地）を8、10月に回収、採取数を確認した結果、保護区陸側に設置した基質購入砂のボトル型容器の採集数が最も多かった。ボトル型容器（5月設置）で採取した稚貝を8月に収穫ネットに移植し、10月に成長速度を比較した結果、保護区沖側で高い傾向があった。干潟で採取した殻長15～25mmのアサリを5月に基質入り網袋に入れ、生残、成長を確認した結果、生残、成長速度ともに保護区沖側で高い傾向があった。

(2) 残された課題

規模の拡大や実用化に向けて、漁業者実施を鑑み、作業性を考慮した●干潟陸側での稚貝の確保、●干潟沖側への移植技術を確立する。

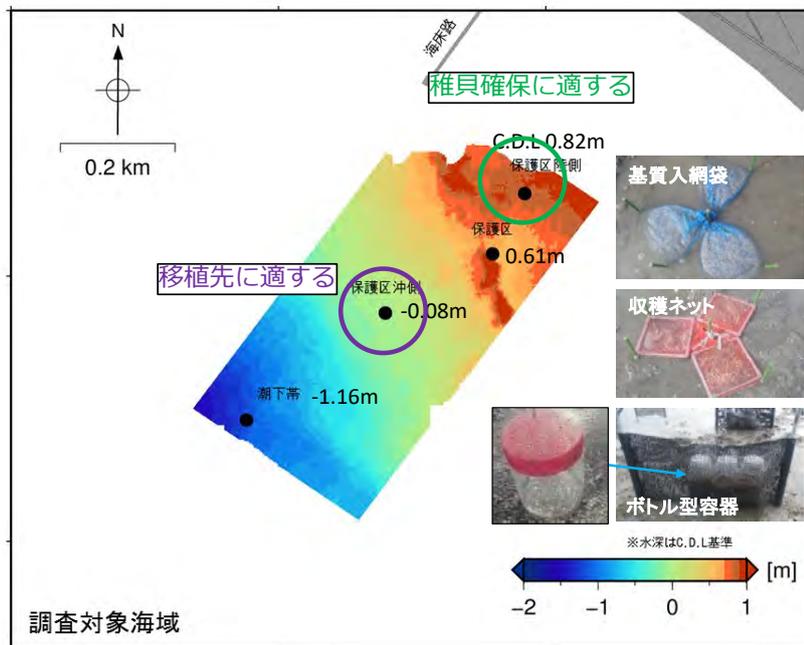


図6 H30 年度実施概要

1.5.2 H31 年度成果と課題

(1) 得られた成果

5月に保護区陸側に設置した収穫ネット、二重収穫ネットについて7月に稚貝の採取量をモニタリングした結果、二重収穫ネットを用いた採取が有意に稚貝確保数が大きかった。確保した稚貝を7月に保護区沖側に移植した場合と移植を行わず陸側に残置した場合、保護区沖側に移植した稚貝の方が成長・生残ともに良好であった。また、二重収穫ネットが耐久性に優れ、作業人工が23%低減した。アサリが多い保護区陸側で5月に被覆網、二重被覆網を用いて、アサリの保護を行ったところ、二重被覆網で生残率が4か月程度は維持された。一方で維持管理の作業性は付着物が付かず明確な差が認められなかった。

ドローン空撮で得られたRGBより求めた式の値は底質との相関があった。ドローンによるアサリ稚貝好適生息場の推定では、空撮で得られた情報の地盤傾斜方位とRGBによりアサリ稚貝個体数を相関係数0.72で相関付けられた。空撮で得られた面的な情報でアサリ稚貝の好適生息場を推察でき、さらに3つ以上の画像のスペクトル情報を得ることにより精度が向上すると考えられ、今後他の地先でデータ蓄積が必要であると考えられた。

(2) 残された課題

秋生まれ群の移植サイクルおよび春と秋の優位性の比較検討、沖側への移植と干潟陸側に残す方法の作業面を含めた優位性の比較検討および使用機材の耐久性の向上が必要である。

使用したドローンPhantom4は、1回の飛行時間が15~20分のため、撮影範囲が20,000m²程度に限定される。重回帰分析で得られた予測式は、H30年度に熊本県住吉地先の調査から得られた式と異なっているため、海域別に解析が必要である（一般式にはなっていない）。解析は重回帰分析を用いており、今後AIを用いることでより精度や汎用性を高める可能性もある一方、それには数多くのデータ蓄積が必要である。本年度もAIによる解析を一部行ったものの、データ量が少ないため、様々な海域でデータの蓄積が必要であると考えられた。

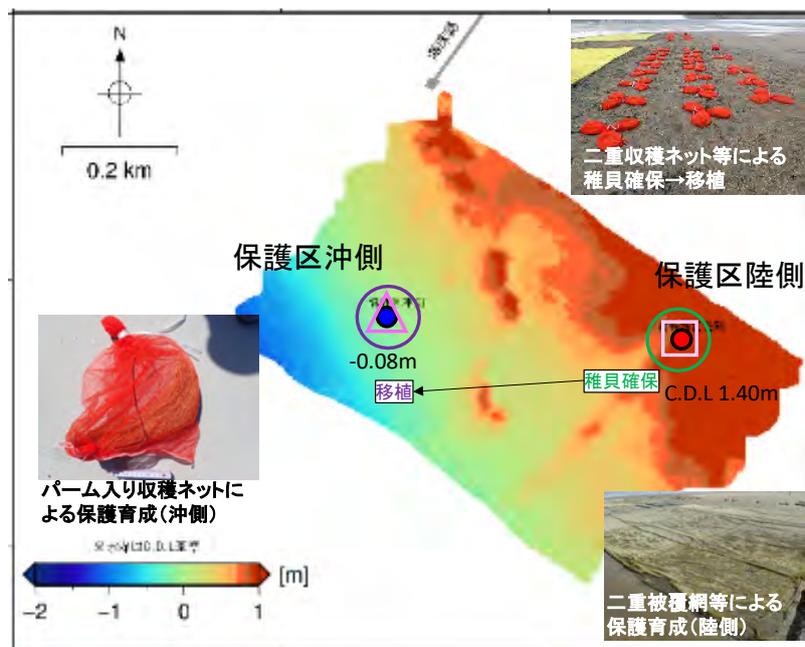


図7 H31 年度実施概要

1.5.3 R2 年度成果と課題

(1) 得られた成果

5月に収穫ネット入ラッセル袋、二重収穫ネットを陸側に設置し、7月に沖側に移植した結果、個体数は二重収穫ネットが多く、殻長は収穫ネット入ラッセル袋の方が大きかった。稚貝の確保数は二重収穫ネットで有意に多かったが、1月モニタリング時に回収した5サンプル全てにおいて外側ネットが一部破損していた。ネット内で保護・育成することにより、春仔・秋仔ともに最も早く漁獲できるもので漁獲までの期間を1.2年短縮できる可能性を示した。

(2) 残された課題

二重収穫ネット、収穫ネット入ラッセル袋内の底質の膨満を回避した技術の確立および、漁業者の実施を念頭に、沖側への移植の検討に加え、高齢者でも実施可能な、陸から近い干潟の活用方法（移植0回）の検討が必要である。



図8 R2 年度実施概要

1.5.4 R3 年度成果と課題

(1) 得られた成果

二重収穫ネットの①膨満対策なし、②基質量を減らす、③底質から離す、および収穫ネット入ラッセル袋の①膨満対策なし、②目合いの変更、③底質から離す、の計6ケースについて膨満状況（袋の重量(kg)）と殻長 25mm 以上のアサリの個体数（/袋）を比較した。収穫ネット入ラッセル袋の②目合いの変更で袋の重量の顕著な増加が見られず、明らかに殻長 25mm 以上のアサリが多く確認された。二重被覆網、被覆網について、7月から9月のモニタリング時にアサリが大きく減耗した。台風による出水の影響による餌料環境の悪化、底面せん断応力が高い期間が継続したことによる被覆網からの流出が考えられた。ラッセル袋（底質のみ）では個体数が増加し、袋内のアサリが成長して流出しづらいことが考えられた。

(2) 残された課題

漁獲サイズに達するアサリは確認できるため最大限に漁獲する漁獲手法の確立が必要である。漁獲サイズに達した個体から順次漁獲する方法や長期間放置してまとめて漁獲する方法など、漁獲手法と漁獲量、コストを比較して最適な方法を検討する。干潟陸側の活用で設置したラッセル袋（底質のみ）はアサリ個体数のバラツキが大きく、袋内に適度な底質が入る技術の検討が必要である。二重被覆網、被覆網ともに漁獲サイズに達しているアサリはほとんど確認されていないため、引き続き、モニタリングを実施し、活用可能な方法かどうかについて、検討を行う。



図9 R3 年度実施概要

1.6 委員指摘事項

・稚貝採取技術の開発・移植作業工程の開発

委員の指摘事項	対応
●アサリの採取、成長状況をモニタリングし、作業性、コストを比較し、最適な手法を検討する必要がある。	●R3 年度より継続してモニタリングを実施し、漁獲に繋がる最適な手法、漁獲時期を検討する。
●規模拡大が課題として挙げられており、網袋を沢山作って設置することは労力もかかると思うので、軽いパームを使った離底式の大型の採苗器を作ることを検討してみてもどうか（他地区についても同様に提案）。	●R4 年度は R3 からの継続設置についてモニタリングを実施し、最適な手法や漁獲時期について検討を予定しているため、今後更なる改善等を行う際の検討材料とさせて頂く。

・移植・保護育成技術の開発

委員の指摘事項	対応
●漁業者の利便性を考慮した移植技術開発については、今年度後半～来年度の実験により、漁獲サイズに達するまでの評価がなされることを期待する。B/Cについて、沖に移植した場合と、しない場合の両方について評価されることを期待する。	●R4 年度も引き続き干潟の陸側のモニタリングを継続実施し、B/Cについて評価することで、漁業者実践できる技術の選択肢の拡大を目指す。

・その他、委員の指摘事項

委員の指摘事項	対応
●最終年（R4）のとりまとめにあたっては、各要素技術（稚貝の採集、移植と育成）においてこれまでに試みた用いた複数の手法について（例えば、稚貝の採集に用いたボトル、収穫ネット、基質入り網袋など）、それぞれを取り上げた理由を説明した上で、結果を比較し、それらの中から最終的に決定した手法が有用である理由を示されたい。R4 計画はこのとりまとめを意識した内容としていただきたい。	●R4 年度のとりまとめとして、これまで実施した手法について、成功、失敗を含めその要因とともに整理し、作業手引きへと反映する。

1.7 令和4年度の目標・実施計画

1.7.1 概要

令和3年度までの結果より、干潟沖側に移植した網袋において、漁獲サイズに達していないアサリが確認された。また、現地盤に着底したアサリの保護を狙って設置した干潟陸側の被覆網やラッセル袋は現地盤と比較して明瞭な効果がみられなかった。そこで今年度は、漁獲サイズ以上の出荷可能なアサリの漁獲量を増加させる漁獲手法及び干潟陸側の活用方法を確立する。

1.7.2 令和4年度の目標

小課題ごとの令和4年度の目標を以下に示す。

小課題1 採苗技術・保護育成技術・生産性向上のための移植技術の開発

干潟沖側に膨満対策を施して移植した網袋について、漁獲サイズのアサリのみ順次回収し漁獲サイズ以下のアサリは再収容・再設置する技術と1回で網袋を丸ごと回収し漁獲サイズのアサリを漁獲する技術を比較し、適した技術を確立する。

<仮説と検証項目>

仮説の設定	検証項目	仮説検定方法	指標	達成される目標
底質の膨満を回避することで、アサリの生残・成長が向上し、漁獲量の増加に繋がる。	底質の膨満対策を施した二重収穫ネット・収穫ネット入ラッセル袋における漁獲サイズ以上のアサリとアサリ成貝の個体数及び袋の膨満状況(重量)(ランダムサンプリングした3袋データ)	①アサリ成貝の個体数及び袋の膨満状況(重量)について検定(t検定、U検定、 χ^2 検定等) ②コスト・作業性を金額換算し比較	①p値(有意水準5%未満) ②金額の多少	①有意差から生残・成長、漁獲量に関わる効果的な手法を選定する ②金額の多少から効果的な手法を選定する 上記を比較・検討し、実用的な手法を選定

小課題2 漁業者利用を見据えた技術導入の検討

陸から近い干潟の陸側に着底したアサリを保護する技術（着底した底質をラッセル袋に入れる、被覆網を設置する等）について検討し、漁業者が実践できる技術の選択肢を広げる。

<仮説と検証項目>

仮説の設定	検証項目	仮説検定方法	指標	達成される目標
陸から近い干潟の陸側に着底したアサリを保護する技術について検討し、適した技術を確立することで、沖側移植と比較するとやや劣るものの、アサリの漁獲量は増加し、漁業者の作業負担が小さい技術として選択の幅を広げることができる。	ラッセル袋、被覆網、二重被覆網、現地盤のアサリ成貝の個体数（ラッセル袋はランダムサンプリングした3袋、被覆網および二重被覆網は無作為に3か所で採取したサンプル×3つの設置区）	①アサリ成貝の個体数について検定（t検定、U検定、 χ^2 検定等） ②コスト・作業性を金額換算し比較	①p値（有意水準 5%未満） ②金額の多少	①有意差から生残・成長、漁獲量に関わる効果的な手法を選定する ②金額の多少から効果的な手法を選定する 上記を比較・検討し、実用的な手法を検討する